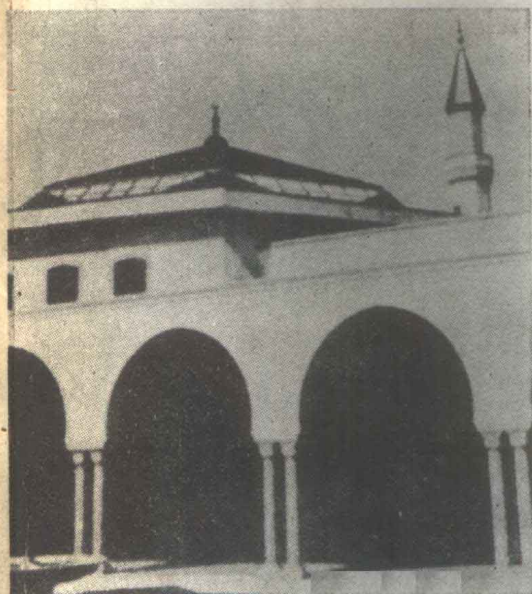


- 870726

石膏

物理—化学
生产—应用



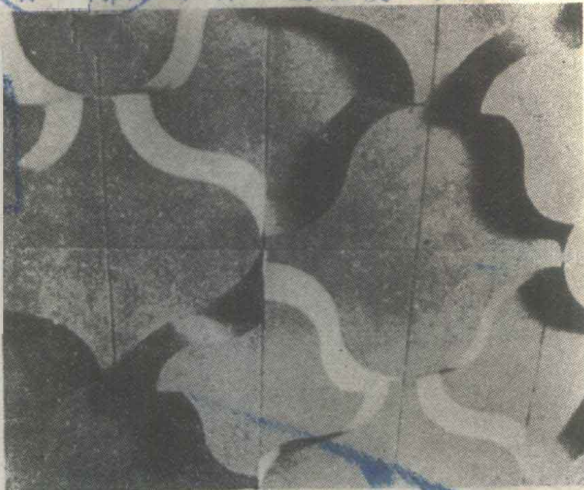
5288

7/86 10-1

工
出

法国石膏工业协会 著 杨得山 译 夏枚友 冯振乾 校

中国建筑工业出版社



石 膏

物理-化学
生产-应用

法国石膏工业协会 著

杨得山 译

夏枚友 冯振乾 校

中国建筑工业出版社

本书比较系统地全面地介绍了：石膏矿的地质成因及各种成矿理论要点；石膏矿的各种采矿方法及所用设备；熟石膏的生产工艺及其设备；化学石膏的种类、生产工艺及其用；天然石膏在各工业部门中的应用；熟石膏板与熟石膏大板的生产工艺及设备；熟石膏水硬化机理；熟石膏制品质量的检验方法；熟石膏板在建筑物中的防火、隔音与隔热性能，熟石膏板及其抹面的施工方法。

本书内容简明扼要并有一定的深度，是全面介绍石膏的唯一专著，它不仅是研究、生产和使用石膏的工程技术人员和院校师生的理想读物，而且对从事石膏矿的地质开采人员以及建筑设计和施工人员也很有参考价值。

本书第一章至第八章由夏枚友校阅，第九章至第十四章由冯振乾校阅。

LE PLÂTRE Physico-Chimie FABRICATION-EMPLOIS

Syndicat National des Industries du Plâtre
EYROLLES 1982

* * *

石 膏

物理-化学

生产-应用

法国石膏工业协会 著

杨 得 山 译

夏枚友 冯振乾 校

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市平谷县★华山印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：15 字数：336千字

1987年11月第一版 1987年11月第一次印刷

印数：1—3,520册 定价：2.50元

统一书号：15040·5287

目 录

第一章 引言与历史概况.....	1
第二章 石膏和硬石膏的地质学.....	6
1. 蒸发岩矿物学理论的简介.....	7
2. 石膏矿床各种成因理论要点.....	10
3. 石膏和硬石膏矿床的成因理论.....	13
3-1. 咸水盆地蒸发成矿的理论.....	14
3-2. 撒哈拉地区咸水湖成岩作用的成矿理论.....	18
4. 沉积物形成后的演变过程.....	24
5. 蒸发岩形成的主要地质年代.....	29
6. 法国石膏矿床的主要分布地区.....	31
6-1. 巴黎盆地.....	31
6-2. 法国东南部.....	35
6-3. 法国东部.....	37
6-4. 法国西南部.....	38
第三章 石膏和硬石膏的开采.....	42
1. 引言.....	42
1-1. 衡量矿床可开采性的几条地质规范.....	42
1-2. 开采新石膏矿的法律程序.....	45
2. 巷道式开采法.....	46
2-1. 地下开采的先决条件.....	46
2-2. 采矿方法.....	47
3. 露天开采法.....	70
3-1. 各种采矿方法.....	70
3-2. 露天开采法的优越性.....	79
4. 天然杂质.....	82
4-1. 用物理方法清除杂质的有效性.....	82

5. 生石膏煅烧前的破碎加工	83
5-1. 格罗宗破碎系统	83
5-2. 马桑破碎系统	83
第四章 生石膏和硬石膏的应用	87
引言	87
1. 在水泥生产中的应用	87
1-1. 水泥生产简述	87
1-2. 生石膏和硬石膏的作用	88
1-3. 水泥中硫酸盐的配量	89
1-4. 高硫酸盐水泥—石膏矿渣水泥	90
1-5. 水泥厂用的生石膏和硬石膏的性质	90
1-6. 法国水泥工业使用石膏的总量	90
2. 熟石膏和无水石膏胶凝材料的生产	91
2-1. 熟石膏	91
2-2. 无水石膏胶凝材料	92
3. 生石膏和硬石膏在化学工业中的应用	92
3-1. 硫化钙和硫的生产方法	93
3-2. 硫酸的生产方法	93
3-3. 硫酸铵的生产方法	94
4. 在农业上的应用	95
4-1. 改良土壤	96
4-2. 生产肥料和间接肥料	97
5. 在其他工业中的应用	98
5-1. 在各工业部门中用作填料	98
5-2. 食品工业	99
5-3. 土建工程	99
5-4. 其他工业	99
5-5. 装饰建筑物	100
第五章 $\text{CaSO}_4\text{--H}_2\text{O}$ 系统	103
引言	103

1. $\text{CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ 系统各种水化相的物理-化学性能	103
1-1. 生石膏	105
1-2. 半水石膏	106
1-3. 无水石膏Ⅲ型或可溶无水石膏	110
1-4. 无水石膏Ⅱ型或不溶无水石膏	112
1-5. 无水石膏Ⅰ型	112
1-6. 各相的曲线图	113
1-7. 溶解度曲线	114
2. 石膏各相的热力学性能	116
2-1. 引言	116
2-2. 二水石膏—半水石膏平衡	117
2-3. 其他平衡	125
3. 脱水作用的物理—化学基本原理	126
3-1. 引言	126
3-2. 二水石膏的分解	126
3-3. 二水石膏性质对其脱水产物的影响	129
3-4. 晶格缺陷对脱水作用的影响	130
3-5. 二水石膏分解的动力学	131
4. 水化作用的物理—化学基本原理	133
4-1. 水化机理简介	133
4-2. 各种结晶相的水化作用	142
4-3. 调凝剂	146
5. 工业熟石膏的概念	148
第六章 熟石膏的生产工艺	153
1. 生石膏在煅烧前的处理	153
1-1. 储存	153
1-2. 破碎	155
1-3. 从储库取料, 二次破碎, 过筛, 干燥和粉磨	158
2. 熟石膏的煅烧方法	158
2-1. 概述	158
2-2. 干法煅烧	160

2-3. 湿法煅烧	182
3. 熟石膏烧成后的处理	184
3-1. 冷却	184
3-2. 粉磨与混合	185
3-3. 储存	185
4. 包装	186
4-1. 袋装	186
4-2. 散装	186
5. 环境保护—除尘	186
5-1. 收尘	186
5-2. 燃料油	189
第七章 工业废渣石膏与合成二水石膏	190
1. 概述	190
2. 工业废石膏的利用价值	191
2-1. 磷石膏的普遍特性	191
2-2. 磷石膏在熟石膏工业中的利用价值	198
2-3. 磷石膏作代用材料的应用方法	202
2-4. 磷石膏的其他使用价值	212
3. 烟气除硫合成的二水石膏	212
3-1. 引言	212
3-2. 生产原理	213
3-3. 烟气除硫合成二水石膏的应用	213
4. 补充资料	214
4-1. 生产每吨半水石膏的能耗对比	214
4-2. 可变成本费用的对比	216
第八章 生石膏和熟石膏的分析与试验方法	216
1. 生石膏与熟石膏的分析方法	218
1-1. 化学分析	218
2. 矿物组成	232
2-1. 水分	232
2-2. 可溶无水石膏	233

2-3. 结晶水含量	234
2-4. 半水石膏含量	234
2-5. 无水石膏 II 型 (慢凝 CaSO_4 或过烧石膏)	235
2-6. 二水石膏	236
2-7. 试验数据的整理方法	236
3. 热分析	237
3-1. 差热分析法	237
3-2. 热重量分析法	239
3-3. 热膨胀分析法	239
4. 显微镜分析	240
4-1. 光学显微镜分析	240
4-2. 电子显微镜分析	241
5. 石膏白度的测定方法	242
5-1. 制备试样的要求	242
5-2. 标准白板	242
5-3. 滤色镜	242
6. 颗粒级配分析	243
6-1. 试样的制备	243
6-2. 手工筛析法	243
6-3. 机械筛析法	244
7. 表观密度	247
7-1. 生石膏	247
7-2. 熟石膏粉	248
7-3. 已凝结熟石膏的表观密度	249
8. 绝对密度	252
9. 比表面积	253
9-1. 定义	253
9-2. 比表面积的测定方法	256
10. 力学性能检验	260
10-1. 流动度与稠度	260
10-2. 凝结时间	264

10-3. 力学强度	270
10-4. 体积变化	277
10-5. 保水性	280
10-6. 粘附性	282
10-7. 弹性模量	283
第九章 熟石膏的种类及其用途	285
1. 熟石膏抹面作业中的常用术语	285
2. 传统的手工抹面	289
3. 高硬度抹面	294
4. 喷涂抹面	295
5. 防火特种抹面	299
6. 熟石膏预制构件	301
7. 熟石膏预制构件的辅助材料	303
8. 浇注熟石膏	306
8-1. 用做纤维灰浆的浇注熟石膏	306
8-2. 用做粉饰灰泥的熟石膏	307
8-3. 用于陶瓷工业的熟石膏	308
8-4. 用于铸造业的熟石膏	310
8-5. 用于镶牙的熟石膏	311
8-6. 固定绷带所用的熟石膏	312
9. 各种熟石膏	313
9-1. 用做砌筑砂浆的熟石膏	313
9-2. 用于装饰的熟石膏—精装修	313
9-3. 煤矿用的熟石膏	314
9-4. 硫酸钡熟石膏或重晶石熟石膏	314
9-5. 现场浇筑的熟石膏	315
9-6. 无水石膏胶结料	315
9-7. 熟石膏砂浆	316
9-8. 用来改良土壤的熟石膏	316
第十章 熟石膏预制构件的生产与施工	317

1. 熟石膏板	317
1-1. 历史简介	317
1-2. 熟石膏板的介绍	319
1-3. 熟石膏板的应用	323
1-4. 熟石膏板的现代生产方法	324
1-5. 熟石膏板的施工方法	334
1-6. 熟石膏板建筑物的特性	340
2. 熟石膏大板	342
2-1. 引言	343
2-2. 熟石膏大板及其派生构件	345
2-3. 熟石膏大板的使用范围	360
3. 其他预制构件	385
3-1. 与楼层同高的隔墙板	385
3-2. 其他构件	387
第十一章 常用熟石膏的性质	390
1. 在装饰和美学方面的应用	390
1-1. 石膏灰泥	390
1-2. 纤维灰浆构件	392
1-3. 装饰天花板的预制构件	399
1-4. 浇注熟石膏	401
2. 隔音性能	403
2-1. 一般原理	404
2-2. 声音的传导—隔音性能的测定方法	404
2-3. 声音衰减指数 R	408
2-4. 熟石膏在隔音材料中的地位	409
2-5. 舒适“住宅的隔音数值”	411
2-6. 建筑学上的处理方法	413
3. 隔热性能	414
3-1. 导热性	414
3-2. 传热系数 K	416
3-3. 熟石膏隔热技术的应用	417

4. 调节空气湿度	420
5. 防火作用	423
5-1. 防火规则	424
5-2. 防火保护机理	428
5-3. 实验室试验	432
5-4. 结论	439
第十二章 为保证熟石膏建筑物的耐久性应掌握的	
基本原理	441
引言	441
1. 熟石膏抹面的凝结与硬化机理的回顾	441
1-1. 熟石膏的水化机理	441
1-2. 可能出现的凝结紊乱	442
1-3. 熟石膏抹面的粘附性	442
2. 在抹面和隔墙的施工中应遵守的主要规范	445
2-1. 做熟石膏抹面时的主要规范	445
2-2. 用熟石膏板做隔墙时的主要规范	446
2-3. 使用熟石膏大板的主要规范	450
第十三章 石膏工业的经济概况	452
1. 熟石膏粉的生产概况	452
2. 熟石膏及其构件的能耗表	452
2-1. 熟石膏粉	452
2-2. 熟石膏板	454
2-3. 熟石膏大板	455
3. 法国的熟石膏工业	455
3-1. 各种熟石膏及其制品的产量变化	455
3-2. 法国石膏工业公司的总数——营业额与职工总数	456
3-3. 熟石膏及其构件的市场	461
4. 世界熟石膏工业	466
第十四章 结论与远景	468

第一章 引言与历史概况

1. 引言

熟石膏是人类从很早以前就已开始生产的建筑材料之一。可以说，大家对它都比较熟悉，并以它为主题发表了大量的技术文献。

但令人吃惊的是，科研人员或者大学生，从法文或其它外文的科技文献中找到的有关石膏的资料，不是太泛泛而谈，就是太专太偏，都不能对石膏很快地获得比较全面而又比较专业化的知识。

从科学角度来看，初接触石膏时，总认为它好象是一种简单的材料，但是只要一开始研究它，就会很快地被它的复杂性所征服。

对于建筑人员来说，石膏虽是它们每日常见的普通建筑材料，但他们对它的各种性能及其各种应用的可能性都了解得不够。

因此，我们编辑出版了这么一本书，它涉及到石膏工业的各个方面，使人们能很快地掌握有关石膏的全面知识。

本书并不想十分详尽地讲解有关石膏的各种知识，只想给读者一个有关石膏的整体概念，尔后各位读者可根据自己的需要，借助于本书各章后的大量参考文献，查到更专门的知识。

法国是一个古老的石膏生产国和消费国，因此，我们希

望本书有助于法国各石膏工业公司的生产，使科研人员能更全面地了解石膏并激励他们对它进行更深入的研究。

2. 历史概况

人类从很早以前就开始使用熟石膏了，并且不断地进行发明创造，把它作为与石灰和烧结粘土相提并论的最古老的建筑材料之一。

石膏（二水石膏）是自然界中分布比较广泛的一种矿物，将它在不太高的温度下煅烧后，就可制成粉状熟石膏。

根据民间传说，人类是偶然发现熟石膏与水的反应特性的。有一天，有个人想点燃一个火炉，需寻找一种燃料，就往地下挖，结果挖出了石膏，把它投入火炉中，从而烧成了熟石膏。

现在某些中东国家（叙利亚，伊拉克……）还用与此类似的人工煅烧技术生产熟石膏，以供当地使用。

最近的考古发现证明，熟石膏的应用要追溯到公元前八世纪（在叙利亚和土耳其考古发掘时发现的）。用熟石膏与石灰抹成画壁画的壁面，也可用它们做地面，甚至可用来制造器皿。

我们还在耶利哥（Jéricho）考古发掘场（公元前六世纪的）发现了将熟石膏用于浇铸和塑造的遗迹。

众所周知，埃及第四王朝的国王什奥伯斯（Chéops）在公元前2800年建造的大金字塔，现在仍然是建筑史上使用熟石膏的最古老的证明之一。该金字塔是用许多16吨重的大块砌成的，各砌块之间精确地接缝技术，至今仍是难以解释清楚的。

生活在公元前四世纪至公元前三世纪的哲学家雷奥法哈斯特 (Théophraste)，是伯拉图 (Platon) 和亚里士多德 (Aristote) 的门生。他写了一部关于熟石膏的书，其名为《石头的处理》，它是最古老最系统的论述石膏的专著。书中介绍了塞浦路斯、腓尼基和叙利亚的熟石膏厂；讲到可用熟石膏做抹面，装饰建筑物，做壁画、浮雕和塑像；论述了该种胶凝材料的性能和质量；还记载着，可将熟石膏抹面的废石膏和各种熟石膏构件的废石膏煅烧后再重新使用。

在近代，(Caton) 和 (Columelle) 阐述了熟石膏的各种用途。尔后，(Pline·l'Ancien) 在此基础上又有所发展。

希腊人和罗马人使用熟石膏的技术和知识也流传至今。在地球的各大洲上，熟石膏的应用也都有着悠久的历史。例如在非洲，柏柏尔人正是使用一种高强熟石膏来修筑堤坝和渠道，几个世纪以来保证了莫桑比克棕林的灌溉。他们在用捣实的土砖坯砌筑住宅时，他们也使用了熟石膏灰浆。

在法国，罗马人的入侵使我们的祖先掌握了使用熟石膏的方法和砌筑技术。尔后，在加洛林王朝和墨洛温王朝的时代，法兰克人又把熟石膏的使用技术用于木质结构的建筑物上。

那时在巴黎地区，用熟石膏制做雕花石棺是很普遍的，现在挖掘出来的好多石棺几乎都是完整无损的 (图1-1)。

从七世纪起，在整个中世纪末期，人们就将熟石膏比较广泛地用于砌筑和抹面。用熟石膏装饰建筑物的技术也崭露头角。还出现了在楼板施工中使用熟石膏的新技术 (在这几方面外国更普遍一些，尤其在下萨克森 (德国东部的一个地区) 和卢森堡则更为领先)。



图 1-1 墨落温王朝时代的石棺

王朝宪章记载着，自1292年起，巴黎地区先后共开采了18个石膏矿。那时熟石膏主要用于抹面。可以用熟石膏灰浆做木结构板墙和隔墙的抹面，也可用它建造壁炉（图1-2）。

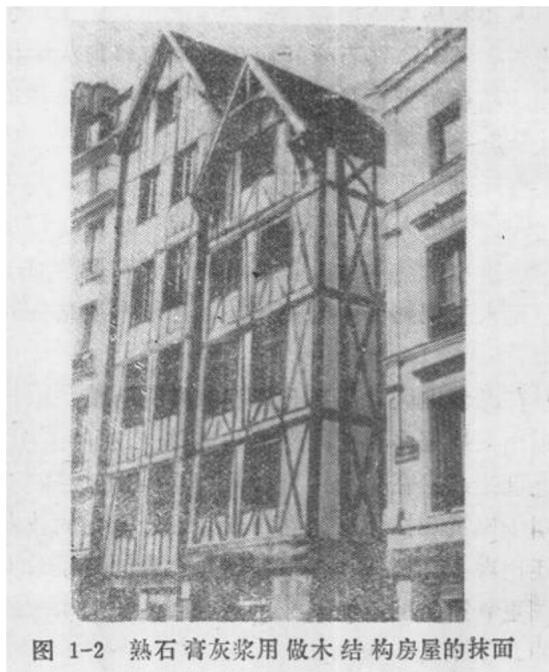


图 1-2 熟石膏灰浆用做木结构房屋的抹面

文艺复兴为熟石膏用在建筑物的装饰方面开辟了前景。巴洛克建筑风格使毛粉饰熟石膏在仿造大理石的建筑技术中大显身手。

自1667年路易十四颁布法令起，才开始在建筑中普遍使用熟石膏。

在太阳王颁布法令的前一年，一场大火灾摧毁了伦敦，因此，他从中得出了经验。他强调指出，木结构房屋的内墙板与外墙板都要做熟石膏抹面，以增加墙体的耐火性。

在十八世纪，熟石膏普遍应用在如下建筑物中：现存的建筑“百花园”，四分之三的旅馆，所有用木结构建成的市民住宅，以及第三等公民的楼房都做了熟石膏抹面；新建的或翻修的建筑物约有95%都使用了熟石膏。

在那个时代，生产熟石膏的方法是很古老很落后的。直到1768年，拉沃瓦细耶在科学院宣读了关于熟石膏生产的第一篇研究论文。

到了十九世纪，就有很多学者都发表了论文，尤其是汪岛夫和罗沙特利的文章比较科学地解释了二水石膏的脱水。

这些研究成果无疑地促进了熟石膏生产方法的改革。要改进熟石膏古老落后的生产方法，首先要大大地改进生产设备。然而，熟石膏生产方法大规模地改革，还是在二十世纪。在工业大革命的推动下，才改进了熟石膏的生产设备，并逐渐完善到今天的技术水平。下面各章节还要详细介绍熟石膏的生产技术。

熟石膏的使用技术与生产技术基本上是齐头并进的。因此，我们想在本书中尽可能全面地介绍有关石膏的各种知识。

第二章 石膏和硬石膏的地质学

要想写一章既非专著又不空泛的《生石膏（二水石膏）和硬石膏（无水石膏）地质学》的简要内容决非易事。本章的写作宗旨就是介于粗线条勾画与详细论述之间。它虽不能使读者成为地质学家，但可以使他们获得地质学的某些基础知识，以便于理解有关地质方面的问题。但本章决不是一个全面的地质学研究报告。

地质科学借助于各种其它科学来解释我们所观察到的地质特征，并通过这些解释来更好地了解我们所生活的星球。工业部门的地质学家要利用这些理论找到最好的勘探方法，从中取得最佳的经济效益。在本章中，我们不仅要介绍有关矿床成因的某些理论，而且还要涉及到矿物学、岩石学、地质化学、地质年代、地层关系，勘探技术与勘探难点，开采问题（包括矿床构造，岩石质量，等……），及其它多种学科。但是又不可能把这些课题都面面俱到地写入本章中。

在谈及石膏和硬石膏矿床的地质特征时，首先要知道从地质学上讲，这两种矿物虽然不同于其他矿物。但是它们又都是不能与其它矿物绝然分开的。它们既属于沉积岩系，也属于特定的蒸发岩系统。

因此，在检验这些矿物时，必须要从蒸发岩系统地质学的整体角度着眼。